

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-214200

(P2004-214200A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int. Cl.⁷
H01J 11/02F I
H01J 11/02

B

テーマコード(参考)
5C040

審査請求 未請求 請求項の数 55 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2003-435129 (P2003-435129)
 (22) 出願日 平成15年12月26日 (2003.12.26)
 (31) 優先権主張番号 2002-087946
 (32) 優先日 平成14年12月31日 (2002.12.31)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)
 (31) 優先権主張番号 2003-051631
 (32) 優先日 平成15年7月25日 (2003.7.25)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 590002817
 三星エスディアイ株式会社
 大韓民国京畿道水原市靈通区▲しん▼洞5
 75番地
 (74) 代理人 100072349
 弁理士 八田 幹雄
 (74) 代理人 100102912
 弁理士 野上 敦
 (74) 代理人 100110995
 弁理士 奈良 泰男
 (74) 代理人 100111464
 弁理士 齋藤 悦子
 (74) 代理人 100114649
 弁理士 宇谷 勝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二重ギャップを有する放電維持電極を備えるプラズマディスプレイパネル及びその製造方法

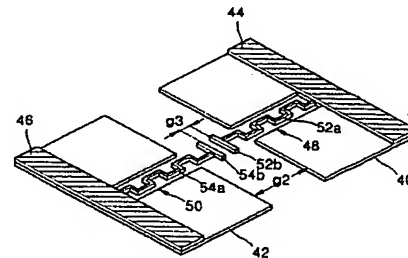
(57) 【要約】

【課題】 二重ギャップを有する放電維持電極を備えるプラズマディスプレイパネル及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 所定の抵抗値を有する二重ギャップ構造よりなる放電維持電極を備えるプラズマディスプレイパネルである。前記放電維持電極は、本放電のための主電極と効率を低下させることなく低電圧放電を開始するための補助電極とで構成されており、前記補助電極間の間隔は、前記主電極間の間隔より狭くなっている。前記補助電極は、隔壁間にまたは前記隔壁のすぐ上側に対応する位置に形成されている。また、前記放電維持電極と補助電極とを覆う誘電層にディッチあるいはグルーブが形成されている。前記グルーブは、前記補助電極のすぐ上側に形成されている。本発明を利用すれば、PDPに使用されたプラズマ形成用ガスの圧力は、従来のPDPのようによく高く維持しつつ放電電圧は従来のPDPより大きく下げられる。

【選択図】

図4



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

映像が表示され、放電維持電極とバス電極とこれらを覆う第 1 誘電層と保護膜とを含む前面パネルと、

前記前面パネルから離隔されて密封接合されており、データラインとこれらを覆う第 2 誘電層と隔壁と蛍光層とを含む背面パネルと、

前記前面及び背面パネル間に存在するプラズマ形成用ガスと、を含み、

前記放電維持電極には二重ギャップが存在し、その二重ギャップは放電効率を低下させることなく放電電圧を減少させ、低電圧で放電を発生でき、放電が開始された後、低電圧放電を中止させることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

10

【請求項 2】

前記放電維持電極の第 1 放電維持電極は、

前記低電圧放電開始後の放電を維持するための第 1 主電極と、

前記第 1 主電極と一体に連結された、前記放電を開始するのに使われる第 1 補助電極とで構成されたものであり、前記第 1 補助電極は、少なくとも $30\ \Omega$ の抵抗体であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 3】

前記放電維持電極の前記第 1 放電維持電極と対向する第 2 放電維持電極は、

前記低電圧放電開始後の放電を維持するための第 2 主電極と、

前記第 2 主電極と一体に連結された、前記放電を開始するのに使われる第 2 補助電極で構成されたものであり、前記第 2 補助電極は、少なくとも $30\ \Omega$ の抵抗体であることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマディスプレイパネル。

20

【請求項 4】

前記第 1 主電極に前記第 1 補助電極が備わる第 1 溝が形成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 5】

前記第 1 溝は、前記隔壁の近くに形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 6】

前記第 1 溝の入口は、内側より狭いことを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマディスプレイパネル。

30

【請求項 7】

前記第 1 補助電極は、前記第 1 溝に属する本体と前記本体が前記第 1 及び第 2 放電維持電極間に延びた部分である終端部とで構成されたことを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 8】

前記第 1 補助電極は、前記第 1 溝に属する本体と前記本体が前記第 1 及び第 2 放電維持電極間に延びた部分である終端部とで構成されたことを特徴とする請求項 6 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 9】

前記第 1 補助電極の本体は、ジグザグあるいは凹凸型であることを特徴とする請求項 7 に記載のプラズマディスプレイパネル。

40

【請求項 10】

前記第 1 補助電極の本体は、ジグザグあるいは凹凸型であることを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 11】

前記第 1 補助電極の終端部は、前記第 1 放電維持電極上に形成されたバス電極と平行または垂直であることを特徴とする請求項 7 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 12】

前記第 1 補助電極の終端部は、前記第 1 放電維持電極上に形成されたバス電極と平行ま

50

たは垂直な形態または尖頭型であることを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 13】

前記第 2 主電極に前記第 2 補助電極が備わる第 2 溝が形成されたことを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 14】

前記第 2 溝は、前記隔壁の近くに形成されたことを特徴とする請求項 13 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 15】

前記第 2 溝の入口は、内側より狭いことを特徴とする請求項 13 に記載のプラズマディスプレイパネル。 10

【請求項 16】

前記第 2 補助電極は、前記第 2 溝に属する本体と前記本体が前記第 1 及び第 2 放電維持電極間に延びた部分である終端部とで構成されたことを特徴とする請求項 13 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 17】

前記第 2 補助電極は、前記第 2 溝に属する本体と前記本体が前記第 1 及び第 2 放電維持電極間に延びた部分である終端部とで構成されたことを特徴とする請求項 15 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 18】

前記第 2 補助電極の本体は、ジグザグあるいは凹凸型であることを特徴とする請求項 16 に記載のプラズマディスプレイパネル。 20

【請求項 19】

前記第 2 補助電極の本体は、ジグザグあるいは凹凸型であることを特徴とする請求項 17 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 20】

前記第 2 補助電極の終端部は、前記第 2 放電維持電極上に形成されたバス電極と平行または垂直な形態または尖頭型であることを特徴とする請求項 16 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 21】

前記第 2 補助電極の終端部は、前記第 2 放電維持電極上に形成されたバス電極と平行または垂直であることを特徴とする請求項 17 に記載のプラズマディスプレイパネル。 30

【請求項 22】

前記第 1 主電極に前記第 1 補助電極が備わる第 1 溝が形成されたことを特徴とする請求項 13 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 23】

前記第 1 及び第 2 溝は、上下対称的に形成されたことを特徴とする請求項 22 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 24】

前記第 1 及び第 2 溝は、対角対称に形成されたことを特徴とする請求項 22 に記載のプラズマディスプレイパネル。 40

【請求項 25】

前記第 1 補助電極は、前記第 1 主電極の終端部に前記第 2 放電維持電極に向かうように備わった第 1 抵抗体であることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 26】

前記第 2 補助電極は、前記第 2 主電極の終端部に前記第 1 放電維持電極に向かうように備わった第 2 抵抗体であることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 27】

前記第 1 補助電極は、前記第 1 主電極の終端部に前記第 2 放電維持電極または前記第 2 抵抗体に向かうように備わった第 1 抵抗体であることを特徴とする請求項 26 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 28】

前記プラズマ形成用ガスは、ネオン (Ne) とキセノン (Xe) とを含む混合ガスであり、前記キセノンの比率が 4 % ~ 20 % であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 29】

前記第 1 誘電層の前記第 1 補助電極の上側にグループが形成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマディスプレイパネル。

10

【請求項 30】

前記第 1 誘電層は、誘電率が異なる 2 つの誘電層で構成されており、前記グループは下側に形成された誘電層が露出されるように形成されたことを特徴とする請求項 29 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 31】

前記第 1 誘電層の前記第 1 及び第 2 補助電極の上側にグループが形成されたことを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 32】

前記第 1 誘電層は、誘電率が異なる 2 つの誘電層で構成されており、前記グループは下側に形成された誘電層が露出されるように形成されたことを特徴とする請求項 31 に記載のプラズマディスプレイパネル。

20

【請求項 33】

前記第 1 溝は、前記隔壁のすぐ上側に形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 34】

前記第 2 溝は、前記隔壁のすぐ上側に形成されたことを特徴とする請求項 13 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 35】

映像が表示され、放電維持電極とバス電極とこれらを覆う第 1 誘電層と保護膜とを含む前面パネルと、

30

前記前面パネルから離隔されて密封接合されており、データラインとこれらを覆う第 2 誘電層と隔壁と蛍光層とを含む背面パネルと、

前記前面及び背面パネル間に存在するプラズマ形成用ガスと、を含み、

前記放電維持電極のうち少なくとも何れか一つが放電を維持するための主電極と効率を低下させることなく低電圧放電を開始させるための高抵抗性の補助電極とを含み、

前記補助電極は、少なくとも一部が前記放電維持電極間に存在するように前記主電極に連結されたことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 36】

前記補助電極は、ジグザグまたは凹凸型の本体とこれの一部が前記放電維持電極間に延びた終端部とで構成されたことを特徴とする請求項 35 に記載のプラズマディスプレイパネル。

40

【請求項 37】

前記主電極に前記補助電極の本体が位置できるように溝が形成されたことを特徴とする請求項 36 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 38】

前記終端部は、対向する放電維持電極と平行または垂直に形成されたことを特徴とする請求項 36 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 39】

前記溝の入口は、溝の内側より狭くなったことを特徴とする請求項 37 に記載のプラズマディスプレイパネル。

50

【請求項 4 0】

前記補助電極は、全体が前記放電維持電極間に位置するように前記主電極の終端部に連結されたことを特徴とする請求項 3 5 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 4 1】

前記補助電極のすぐ上側の前記第 1 誘電層に所定深さのグループが形成されたことを特徴とする請求項 3 5 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 4 2】

前記第 1 誘電層は、誘電率が相異なる 2 つの誘電層が順次に積層されたものであり、前記グループは下側に形成された誘電層が露出されるように形成されたことを特徴とする請求項 4 1 に記載のプラズマディスプレイパネル。

10

【請求項 4 3】

前記溝は、前記隔壁のすぐ上側に形成されたことを特徴とする請求項 3 7 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項 4 4】

前面ガラス基板、放電維持電極とバス電極、これら電極を覆う第 1 誘電層と保護膜とを含む前面パネルと、前記前面パネルから離隔されて密封接合されており、背面ガラス基板とデータラインとこれらラインを覆う第 2 誘電層と隔壁と蛍光層とを含む背面パネルと、前記前面及び背面パネル間に存在するプラズマ形成用ガスと、を含むプラズマディスプレイパネルの製造方法において、

前記放電維持電極を 2 つずつ互いに対向するように形成し、前記対向する 2 つの放電維持電極間に効率を低下させることなく低電圧で放電を起こすことができ、以後前記低電圧放電を中止させる二重ギャップを形成する段階を含むことを特徴とするプラズマディスプレイの製造方法。

20

【請求項 4 5】

前記 2 つの放電維持電極間に二重ギャップを形成する段階は、

前記前面ガラス基板の前記背面ガラス基板と対向する面上に前記放電維持電極を形成するための透明電極物質層を形成する第 1 段階と、

前記透明電極物質層上に感光膜を塗布する第 2 段階と、

前記感光膜を前記放電維持電極と同等なパターンとなるようにパターンニングし、対向する 2 つのパターンが二重ギャップを有するようにパターンニングする第 3 段階と、

30

前記感光膜パターンをエッチングマスクとして前記透明電極物質層をエッチングする第 4 段階と、

前記感光膜パターンを除去する第 5 段階と、をさらに含むことを特徴とする請求項 4 4 に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 4 6】

前記 2 つの放電維持電極のうち少なくとも一つは、

放電開始後、放電を維持するための主電極と、

前記放電を開始するのに使われる高抵抗性の補助電極と、を含むように形成し、

前記主電極及び補助電極は一体に同時に形成することを特徴とする請求項 4 4 に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

40

【請求項 4 7】

前記主電極に溝を形成し、前記補助電極は、前記溝に形成することを特徴とする請求項 4 6 に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 4 8】

前記補助電極が前記 2 つの放電維持電極間に位置するように前記主電極の終端部に形成することを特徴とする請求項 4 6 に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 4 9】

前記補助電極は、前記溝の内側に形成される本体と前記本体の一部が前記溝の外側に突出して前記 2 つの放電維持電極間に延びた部分である終端部とを含むように形成し、前記本体は、ジグザグあるいは凹凸型に形成することを特徴とする請求項 4 7 に記載のプラズ

50

マディスプレイパネルの製造方法。

【請求項50】

前記終端部は、前記バス電極と平行または垂直な形態または尖頭型に形成することを特徴とする請求項49に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項51】

前記主電極を形成する時、前記溝の入口が溝の内側より狭くなるように形成することを特徴とする請求項47に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項52】

前記補助電極を前記2つの放電維持電極に全て形成する場合、前記補助電極は、上下または対角対称となるように形成することを特徴とする請求項46に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。 10

【請求項53】

前記第1誘電層の前記二重ギャップのすぐ上側に形成された部分にグループを形成することを特徴とする請求項44に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項54】

前記第1誘電層は、誘電率が異なる2つの誘電層を順次に積層して形成し、前記グループは下側に形成された誘電層が露出されるように形成することを特徴とする請求項53に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項55】

前記溝は、前記隔壁のすぐ上側に位置するように形成することを特徴とする請求項47 20
に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は平板型表示装置に係り、詳細には二重ギャップを有する放電維持電極を備えるプラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel: PDP) 及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

PDPは、気体放電を利用した表示装置である。PDPは、現在活発に研究されているLCD (Liquid Crystal Display)、FED (Field Emission Display)、ELD (Electro-Luminescence Display) のような多様な分野の平板型ディスプレイの大型化にさらに適している。 30

【0003】

PDPを大型化できる理由は、PDPでは、放電用電極が形成された前面ガラス基板と蛍光体が形成された背面ガラス基板とが微小間隔 (0.1mm~0.2mm) に維持され、このようなガラス基板間にプラズマが形成される構造として、前記前面及び背面ガラス基板間の間隔だけ正確に維持すればよいためである。

【0004】

PDPは、大きく直流駆動型 (DC) と交流駆動型 (AC) とに区分される。DC型は、電極が放電ガスに直接露出されるため、放電が反復されつつ電極自体がスパッタリングを起こすだけでなく電極が蒸発されるという短所を有している。DC型のこのような短所を補完したものがAC型であるが、AC型は、放電過程で電極が蒸発されることを防止するために、電極を覆う誘電層を備える。そして、AC型は、放電中に発生したイオンによる蛍光体の損傷を防止するために横に配列された電極を備える。このように配列された電極を利用して放電を起こせば、前記放電から発生するイオンが蛍光体に注入されることは防止しつつ、前記放電から発生する紫外線だけを蛍光体に照射させうる。 40

【0005】

図1は、このようなAC型PDP (以下、従来のPDPという) の構成を示す。図1を 50

参照すれば、従来のPDPは、前面ガラス基板10とこれと平行に対向する背面ガラス基板12とを備える。前面ガラス基板10の背面ガラス基板12と対向する面（以下、“裏面”という）上に透明な第1及び第2放電維持電極14a, 14bが平行に配列されている。第1及び第2放電維持電極14a, 14bは、それら間に図2に示されたようにギャップdが存在する。第1及び第2放電維持電極14a, 14b上に各々第1及び第2バス電極16a, 16bがそれぞれの放電維持電極14a, 14bと平行に備わっている。第1及び第2バス電極16a, 16bは、放電時に抵抗による電圧降下を防止する。このような第1及び第2放電維持電極14a, 14bと第1及び第2バス電極16a, 16bは、第1誘電層18で覆われており、第1誘電層18は、保護膜20で覆われている。保護膜20は、放電から第1誘電層18を保護してPDPを長時間安定的に動作させると同時に、放電時に2次電子を多量放出して放電電圧を低める役割をする。このような保護膜20としてマグネシウム酸化膜(MgO)が広く使われる。

【0006】

一方、背面ガラス基板12上にデータを書き込むのに使われるアドレス電極22が複数形成されている。アドレス電極22は、全て平行に配列されているが、第1及び第2放電維持電極14a, 14bと垂直に配列される。このようなアドレス電極22は、画素当たり3つずつ備わる。一つの画素で、3つのアドレス電極22は、各々赤色(R: Red)蛍光体、緑色(G: Green)蛍光体及び青色(B: Blue)蛍光体と一対一に対応している。背面ガラス基板12上のこのようなアドレス電極22は、第2誘電層24で覆われている。第2誘電層24上に隔壁26が複数備わっている。第2誘電層24は、光反射のためのものである。複数の隔壁26は、所定間隔だけ離隔されており、アドレス電極22と平行する。各隔壁26は、アドレス電極22間の第2誘電層24上に位置する。すなわち、アドレス電極22と隔壁26とは、交互に配列されている。このような隔壁26は、前面及び背面ガラス基板10, 12を接合する過程で前面ガラス基板10の裏面に備わった保護膜20と密着される。このような隔壁26の間に蛍光体28a, 28b, 28cが塗布されている。第1蛍光体28aは、紫外線によって励起されてR光を放出し、第2蛍光体28bはG光を、第3蛍光体28cはB光を各々放出する。

【0007】

このような前面及び背面ガラス基板10, 12が密封接合された後、2つのガラス基板10, 12間で不要なガスを排気した後、プラズマ形成用ガスが注入される。前記プラズマ形成用ガスは、単一ガス（例えば、Ne）が使用されうるが、一般的には混合ガス（例えば、Ne+Xe）が広く使われる。

【0008】

このような従来のAC型PDPの場合、保護膜20表面でスパッタ率(SR)が増加する問題を避けるために、プラズマ形成用ガスの圧力（混合ガスの場合、特定ガスの分圧）を高い状態に維持するしかなく、その結果、高い放電電圧が要求されるという問題点がある。

【0009】

具体的に、図3に示されたパッシェンカーブG1, G2を参照すれば、プラズマ形成用ガスの圧力Pと第1及び第2放電維持電極14a, 14b間のギャップdとを乗算したもののPdが1となるように圧力Pとギャップdとを調整することによって、PDPの放電電圧を低くできる。例えば、第1及び第2放電維持電極14a, 14b間のギャップdとが $100\mu\text{m}$ (0.01cm) とする時、前記プラズマ形成用ガスの圧力Pを 100torr に維持すれば、PDPの放電電圧は低くなられる。

【0010】

しかし、プラズマ形成用ガスの圧力Pを低める場合、保護膜20の表面でのSRを定義する下記数式1によって、保護膜20の表面でSRは急増する。

【0011】

【数 1】

$$SR = (j / P)^{2.5}$$

【0012】

ここで、 j は放電維持電極 14 a, 14 b の表面の電流密度である。

【0013】

このような結果によって、従来の AC 型 PDP でプラズマ形成用ガスの圧力は、高く (300 torr ~ 500 torr) 維持されるしかなく、これにより、放電電圧も高まる。

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明が解決しようとする技術的課題は、前述した従来技術の問題点を改善するためのものとして、効率はそのまま維持しつつ放電電圧は低くできる PDP を提供することである。

【0015】

本発明が解決しようとする他の技術的課題は、前記 PDP の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

20

前記課題を達成するために本発明は、本発明は映像が表示され、放電維持電極とバス電極とこれらを覆う第 1 誘電層と保護膜を含む前面パネルと、前記前面パネルから離隔されて密封接合されており、データラインとこれらを覆う第 2 誘電層と隔壁と蛍光層を含む背面パネルと、前記前面及び背面パネル間に存在するプラズマ形成用ガスと、を含み、前記放電維持電極には二重ギャップが存在し、その二重ギャップは放電効率を低下させることなく放電電圧を減少させ、低電圧で放電を発生でき、放電が開始された後、低電圧放電を中止させることを特徴とするプラズマディスプレイパネルを提供する。

【0017】

ここで、前記放電維持電極の第 1 放電維持電極は、放電開始後、放電を維持するための第 1 主電極及び前記第 1 主電極と一体に連結された、前記放電を開始するのに使われる、少なくとも 30 Ω の抵抗体である第 1 補助電極とで構成される。そして、前記放電維持電極の第 2 放電維持電極は、放電開始後、放電を維持するための第 2 主電極及び前記第 2 主電極と一体に連結された、前記放電を開始するのに使われる少なくとも 30 Ω の抵抗体である第 2 補助電極とで構成される。

30

【0018】

前記第 1 主電極に前記第 1 補助電極が備わる第 1 溝が、前記第 2 主電極に前記第 2 補助電極が備わる第 2 溝が形成されている。

【0019】

前記第 1 溝及び／または第 2 溝は、前記隔壁と前記補助電極間の内側まで形成されている。

40

【0020】

前記第 1 溝及び／または第 2 溝の入口は、内側より狭い。

【0021】

前記第 1 補助電極は、前記第 1 溝に属する本体と前記本体が前記第 1 及び第 2 放電維持電極間に延びた部分である終端部とで構成される。前記第 2 補助電極も同じ構成を有する。

【0022】

前記第 1 補助電極の終端部は、前記第 1 放電維持電極上に平行に形成されるバス電極と、前記第 2 補助電極の終端部は、前記第 2 放電維持電極上に平行に形成されるバス電極と各々平行または垂直な形態または尖頭型である。

50

【0023】

前記第1及び第2溝は、上下対称または対角対称に形成されたものである。

【0024】

前記第1補助電極は、前記第1主電極の終端部に前記第2放電維持電極に向かうように備わった抵抗体である。

【0025】

前記第2補助電極は、前記第2主電極の終端部に前記第1放電維持電極に向かうように備わった抵抗体である。

【0026】

前記第1補助電極は、前記第1主電極の終端部に前記第2放電維持電極または前記第2補助電極に向かうように備わった抵抗体である。 10

【0027】

前記プラズマ形成用ガスは、NeとXeとを含む混合ガスであるが、前記Xeの比率が4～20%である。

【0028】

前記第1誘電層の前記第1補助電極の上側にまたは前記第1及び第2補助電極の上側にグループが形成されている。前記第1誘電層は、誘電率が相異なる2つの誘電層で構成でき、前記グループは前記2つの誘電層のうち下側に形成された誘電層が露出されるように形成されうる。

【0029】

前記第1溝及び／または前記第2溝は、前記隔壁のすぐ上側に形成されている。 20

【0030】

本発明はまた、前記課題を達成するために、映像が表示され、放電維持電極とバス電極とこれらを覆う第1誘電層と保護膜とを含む前面パネルと、前記前面パネルと離隔されて密封接合されており、データラインとこれらを覆う第2誘電層と隔壁と蛍光層とを含む背面パネルと、前記前面及び背面パネル間に存在するプラズマ形成用ガスと、を含み、前記放電維持電極のうち少なくとも何れかが放電を維持するための主電極と効率を低下させることなく低電圧放電を開始させるための高抵抗性の補助電極とを含み、前記補助電極は、少なくとも一部が前記放電維持電極間に存在するように前記主電極に連結されたことを特徴とするプラズマディスプレイパネルを提供する。 30

【0031】

前記補助電極は、全体が前記放電維持電極間に位置するように前記主電極の終端部に連結されている。

【0032】

前記補助電極のすぐ上側の前記誘電層に所定深さのグループが形成されている。前記誘電層は、誘電率が相異なる2つの誘電層で構成され、前記グループは下側に形成された誘電層が露出されるように形成されている。

【0033】

前記主電極に前記補助電極が形成される溝が形成されている。前記溝は、前記隔壁のすぐ上側に形成されうる。 40

【0034】

前記他の課題を達成するために、本発明は前面ガラス基板、放電維持電極とバス電極、これら電極を覆う第1誘電層と保護膜とを含む前面パネルと、前記前面パネルと離隔されて密封接合されており、背面ガラス基板とデータラインとこれらラインを覆う第2誘電層と隔壁と蛍光層とを含む背面パネルと、前記前面及び背面パネル間に存在するプラズマ形成用ガスと、を含むプラズマディスプレイパネルの製造方法において、前記放電維持電極を2つずつ互いに対向するように形成し、前記対向する2つの放電維持電極間に効率を低下させることなく低電圧で放電を起こすことができ、次いで前記低電圧放電を中止させる二重ギャップを形成する段階を含むことを特徴とするプラズマディスプレイ製造方法を提供する。 50

【0035】

この過程で、前記2つの放電維持電極間に二重ギャップを形成する段階は、前記背面ガラス基板と対向する前記前面ガラス基板の面上に透明電極物質層を形成する第1段階、前記透明電極物質層上に感光膜を塗布する第2段階、前記感光膜を前記放電維持電極と同等なパターンとなるようにパターンニングし、対向する2つのパターンが二重ギャップを有するようにパターンニングする第3段階、前記感光膜パターンをエッチングマスクとして前記透明電極物質層をエッチングする第4段階及び前記感光膜パターンを除去する第5段階をさらに含む。

【0036】

そして、前記2つの放電維持電極のうち少なくとも一つは、放電開始後、放電を維持するための主電極及び前記放電を開始するのに使われる高抵抗性の補助電極を含むように形成するが、前記主電極及び補助電極を一体に同時に形成する。また、前記主電極に溝を形成し、前記補助電極は前記溝に形成する。また、前記補助電極が前記2つの放電維持電極間に位置するように前記主電極の終端部に形成する。また、前記補助電極は、前記溝の内側に形成される本体と前記本体の一部が前記溝の外側に突出して前記2つの放電維持電極間に延びた部分の終端部とを含むように形成するが、前記本体は、ジグザグあるいは凹凸型に形成する。また、前記終端部は、前記バス電極と平行または垂直な形態または尖頭型に形成する。また、前記主電極を形成する時、前記溝の入口が溝の内側より狭くなるように形成する。また、前記補助電極を前記2つの放電維持電極に全て形成する場合、前記補助電極は、上下または対角対称に形成する。

【0037】

また、前記放電維持電極を覆う誘電層の前記二重ギャップのすぐ上側に形成された部分にグループを形成する。前記誘電層は、誘電率が相異なる2つの誘電層を順次に積層して形成でき、この時、前記グループは下側に形成された誘電層が露出されるように形成できる。

【0038】

前記溝は、前記隔壁のすぐ上側に位置するように形成できる。

【0039】

このような本発明を利用すれば、PDPに使われたプラズマ形成用ガスの圧力（分圧）は、従来のPDPのように高い状態に維持しつつ、放電電圧は従来のPDPより大きく低くできる。

【発明の効果】

【0040】

本発明のPDPを利用すれば、補助電極を利用して低電圧で放電を起こした後、主電極を利用して前記放電を維持し続けられる。また、本発明のPDPにおいて、主電極間のギャップは、従来の放電維持電極間のギャップのように広いため、放電開始電圧は、従来に比べて少なくとも20V以上低くしつつも輝度や発光効率が低下されることは防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

以下、本発明の実施例による二重ギャップを有する放電維持電極を備えるPDP及びその製造方法を添付図面を参照して詳細に説明する。この過程で、図面に示された層や領域の厚さは、明細書の明確性のために誇張されて示された。

【0042】

図3で、G1は、プラズマ形成用ガスが単一成分よりなるガスである時の第1パッシェンカーブを、G2は混合ガスである時の第2パッシェンカーブを示す。

【0043】

第1及び第2パッシェンカーブG1、G2を参照すれば、PDPの場合、プラズマ形成用ガスが単一ガスである場合はもちろん、混合ガスである場合にも最小放電開始電圧（V_i）_{min}は、PDP内のプラズマ形成用ガス圧力P（以下、ガス圧力Pという）と放電

維持電極間の間隔 d とを乗算した値 Pd (以下、 Pd 値という) が 1 である時の電圧であることが分かる。

【0044】

放電開始電圧 V_f は、下記数式 2 で与えられる。

【0045】

【数 2】

$$V_f = \frac{BPd}{K + \ln Pd}$$

【0046】

ここで、 B は定数であり、 K は数式 3 で与えられる。

【0047】

【数 3】

$$K = \ln \left[\frac{A}{\ln(1 + \frac{1}{\gamma})} \right]$$

【0048】

数式 3 で、 γ は、放電維持電極の物質によって決まる 2 次電子放出係数である。

【0049】

最小放電開始電圧 (V_f)_{min} 及び最小 Pd 値 Pd_{min} は、数式 4 及び 5 で与えられる。

【0050】

【数 4】

$$Pd_{min} = \frac{e}{A} \ln(1 + \frac{1}{\gamma})$$

【0051】

数式 4 で、 e は、自然対数であり、 A は定数である。

【0052】

【数 5】

$$(V_f)_{min} = e \frac{B}{A} \ln(1 + \frac{1}{\gamma})$$

【0053】

一般的に、 $Pd = 1$ という条件は、放電維持電極間の間隔 d は狭め、ガス圧力 P は高めるか、または間隔 d は広め、ガス圧力 P は低めることによって満足される。

【0054】

前者の場合、ガス圧力 P が高いため、数式 1 による保護膜 (MgO 膜) の表面での SR は低くできるが、放電維持電極間の間隔 d が狭くなるにつれて輝度や効率が急減する。

【0055】

後者の場合、放電維持電極間の間隔 d が広いため、前者の場合で発生する問題点を解消できるが、ガス圧力 P が低いため、保護膜の表面での SR が急増する。

【0056】

前記前者及び後者の場合、全て前記したような問題点を有しているため、現在の PDP の場合、保護膜表面での SR を下げるためにガス圧力 P を高め、放電維持電極間の間隔 d も輝度や効率が過度に低下されない水準で適正な値に設定して Pd 値を 1 以上、例えば、3～4 にする。このように、 Pd 値が 1 より大きくなれば、図 3 で分かるように放電開始

電圧が最小放電開始電圧 (V_f)_{min} より大きくなる。

【0057】

これにより、本発明は、保護膜の表面でのSRを低めるためにガス圧力Pは高め、放電維持電極間の間隔dは狭めてPd値を1に近くしつつも放電維持電極間の間隔dが狭くなることによる問題点、すなわち、前記前者の場合で発生する問題点を改善した放電維持電極を備えるPDPを提示する。

【0058】

本発明の実施例によるPDPは、放電維持電極に特徴があるため、本発明の実施例によるPDPについての下記の説明は放電維持電極を中心に行われ、この過程で本発明の目的を達成できる変形された多様な放電維持電極が紹介される。

10

【0059】

まず、本発明の第1実施例による放電維持電極を図4を参照して詳細に説明する。図4は、本発明の実施例によるPDPの放電維持電極とバス電極とが結合された結果物であって、前面ガラス基板の下側から見た斜視図である。

【0060】

図4において、40及び42は、各々放電が開始された直後に前記放電を維持するのに使われる第1及び第2放電維持電極を示す。第1及び第2放電維持電極40、42間に所定のギャップg2が存在する。44及び46は、各々第1及び第2放電維持電極40、42に対応するように各放電維持電極上に平行に形成された第1及び第2バス電極を示す。第1及び第2バス電極44、46は、各々第1及び第2放電維持電極40、42と平行に備わっている。第1及び第2放電維持電極40、42に各々所定の深さを有する第1及び第2溝48、50が形成されている。第1及び第2溝48、50は、互いに対向するように形成されている。第1及び第2溝48、50は、全て同じ深さを有することが望ましいが、異なってもよい。例えば、第1溝48が図面に示されたように、第1バス電極44のすぐ下まで形成されたものである一方、第2溝50は、第2放電維持電極42の終端部から第2バス電極46間の所定の領域まで形成されたものでありうる。第1溝48に第1抵抗体が形成されており、第2溝50に第2抵抗体が形成されている。第1抵抗体は、第1放電維持電極40の一部であって、第1放電維持電極40と一体化したものであり、第1放電維持電極40と平行に形成されている。第1抵抗体は、一端が第1溝48の底部に連結されており、他端が第1溝48の外部に拡張された本体52aと本体52aの前記他端に連結された終端部52bとで構成される。第1抵抗体の本体52aは、ジグザグあるいは凹凸状に形成されている。第1抵抗体は、第1溝48の底部に連結されて第1溝48の側面と一定の間隔を維持しつつ第2放電維持電極42に向かって第1放電維持電極40より長く拡張されている。これにより、第1抵抗体の終端部は、第1及び第2放電維持電極40、42間に位置し、その結果、第1抵抗体は、第1放電維持電極40より第2放電維持電極42に近く位置する。第1抵抗体は、第1放電維持電極40に第1溝48を形成する過程で同時に形成されるため、本体52aは、第1放電維持電極40と平行になる。同じ理由で、第1抵抗体の終端部52bも第1放電維持電極40と平行に形成される。しかし、終端部52bは、本体52aに垂直に連結されて第1溝48の底面あるいは第1放電維持電極40の第2放電維持電極42と対向する面に平行する。終端部52bは、所定の長さを有する。このような第1抵抗体は、第1放電維持電極40と同じ物質よりなることが望ましいが、必要な場合、第1放電維持電極40と異なる物質よりなることもある。

20

30

40

【0061】

第2溝50に形成された第2抵抗体の構成と形成された状況及び関連された説明は、第1抵抗体についてのものと同じであるので、ここで詳細な説明は省略する。

【0062】

第2抵抗体は、第1抵抗体と同様に、本体54aとこの端に一体に連結された終端部54bとで構成される。第1抵抗体の終端部52bと同様に、第1及び第2放電維持電極40、42間に位置する第2抵抗体の終端部54bは、第1抵抗体の終端部52bと平行する。第1及び第2抵抗体の終端部52b、54bは、図面に示されたように第1及び第2

50

放電維持電極 40, 42 間に位置するため、終端部 52b, 54b 間のギャップ g3 は、第1及び第2放電維持電極 40, 42 間のギャップ g2 より狭くなる ($g3 < g2$)。結局、第1及び第2放電維持電極 40, 42 間に二重ギャップが存在する。

【0063】

このように、第1及び第2低抗体間のギャップ g3 が第1及び第2放電維持電極 40, 42 間のギャップ g2 より狭いため、本発明による PDP での放電開始電圧は、従来より低くなる。後述されるが、第1及び第2低抗体が主電極の第1及び第2放電維持電極 40, 42 より抵抗が非常に大きいので、放電開始直後に供給される電流のほとんどは、第1及び第2低抗体を除外した第1及び第2放電維持電極 40, 42 の残りの部分を通じて供給され、その結果、第1及び第2低抗体 52a, 52b, 54a, 54b 間から始まった放電は、第1及び第2放電維持電極 40, 42 間に伝播される。第1及び第2放電維持電極 40, 42 間に伝播された放電は、放電開始電圧と同じ電圧にずっと維持される。壁電荷を利用する場合、放電維持電圧は前記放電開始電圧より低く維持できる。

【0064】

本発明者は、PDP に図4に示されたような第1及び第2放電維持電極 44, 46 が備わる場合、放電開始電圧が低くなるという事実についての理論的な検証のために、シミュレーションを実施したが、これについては後述する。

【0065】

本発明の実施例による PDP に使われる混合ガス ($Ne + Xe$) で Xe 比率は 4 ~ 22 % であることが望ましい。

【0066】

次いで、本発明の第2ないし第8実施例による PDP に備わった放電維持電極について説明する。

【0067】

図4に示されたように、第1実施例による放電維持電極は、立体的に示したが、第2ないし第8実施例による放電維持電極は2次元的に、すなわち平面状に示す。これは、第2ないし第8実施例による放電維持電極の根幹は、図4に示した第1実施例による放電維持電極であり、第2ないし第8実施例による放電維持電極を平面状に示しても、それに対する立体的な形態は、図4を参照することによって容易に類推できる。

【0068】

図4ないし図11で同じ参照番号は同じ部材を表す。

【0069】

図5を参照すれば、本発明の第2実施例による PDP に備わった第1及び第2放電維持電極 40, 42 は、第1溝 48 に第3抵抗体を備え、第2溝 50 に第4抵抗体を備える。第3抵抗体は、本体 60a とその一部が第1溝 48 の外側に延びた終端部 60b とで構成され、第4抵抗体も本体 62a と終端部 62b とで構成される。

【0070】

図4と図5とを比較すると、第3及び第4抵抗体の本体 60a, 62a は、第1抵抗体の本体 52a と同じであることが分かる。しかし、それぞれの終端部 60b, 62b は、第1抵抗体のそれと異なるということが分かる。

【0071】

具体的に、第3抵抗体の終端部 60b と第4抵抗体の終端部 62b とは、全て第1及び第2放電維持電極 40, 42 間に互いに平行に備わっている。しかし、第3及び第4抵抗体の終端部 60b, 62b は、図4に示した第1及び第2抵抗体の終端部 52b, 54b に垂直方向に平行して第1及び第2溝 48, 50 の側面と平行になる。また、第3抵抗体の終端部 60b は、第1溝 48 の一側に偏って形成されている一方、第4抵抗体の終端部 62b は、第1溝 48 の他側に偏るように形成されて第3及び第4抵抗体の終端部 60b, 62b は対向する。このような第3及び第4抵抗体の終端部 60b, 62b は、第1及び第2放電維持電極 40, 42 間で所定の長さを有するが、その最大値は、第1及び第2放電維持電極 40, 42 間のギャップ g2 より小さなことが望ましい。また、このような

条件を満足しつつ、第3抵抗体の終端部60bは第2放電維持電極42と最大限近接して、例えば、 $20\mu\text{m}$ ～第1及び第2放電維持電極40、42間のギャップg2より狭い距離だけ近く備わることが望ましい。また、第4抵抗体の終端部62bも第1放電維持電極40と最大限近接して備わることが望ましい。このような中に、可能なかぎり終端部60b、62b間の水平間隔も第1及び第2放電維持電極40、42間のギャップg2より狭いことが望ましい。

【0072】

図6を参照すれば、本発明の第3実施例によるPDPに備わった第1及び第2放電維持電極40、42は、第1溝48に第5抵抗体を備え、第2溝50に第6抵抗体を備える。第5抵抗体は、本体64aとこれが第1溝48の外部に延びた部分である終端部64b、64cとで構成される。第6抵抗体は、第2溝50に存在する本体66aとこれが第2溝50の外部に延びた部分である終端部66b、66cとで構成される。第5抵抗体の本体64aと第6抵抗体の本体66aとは、第1抵抗体の本体52aと同じである。第5抵抗体の終端部64b、64cは、本体64aに垂直に連結された、しかし第1溝48の底部と平行した水平部64cと水平部64c上で第6抵抗体を向かって突出した突出部64bとで構成される。

【0073】

第1ないし第4抵抗体と同様に、第5抵抗体も第1放電維持電極40に第1溝48を形成する過程で第1溝48と共に一回で形成されるため、第5抵抗体は、本体64a、水平部64c及び突出部64bが一体に形成されたものである。しかし、説明の便宜上、図6に3つの部材が結合されたものとして示した。

【0074】

第6抵抗体の終端部は、第5抵抗体の終端部と上下対称的なものであって、水平部66cは第5抵抗体の水平部64cに対応し、突出部66bは第5抵抗体の突出部64bに対応する。第5抵抗体の突出部64bと第6抵抗体の突出部66b間に所定のギャップg4が存在する。このギャップg4は、第1及び第2放電維持電極40、42間のギャップg2より狭いことが望ましい。例えば、 $20\mu\text{m}$ 程度が望ましいが、 $40\mu\text{m}$ 程度が適当である。

【0075】

図7を参照すれば、本発明の第4実施例によるPDPに備わった第1及び第2放電維持電極40、42は、各々第1及び第2溝48、50を備えるが、第1ないし第3実施例のように第1及び第2放電維持電極40、42の中央に第1及び第2溝48、50を備えるものではなく一側に偏って備える。

【0076】

具体的に、図7において、80及び82は、各々背面ガラス基板（図1の12）上に形成されて一画素内の一セルを限定する第1及び第2隔壁を示す。第1及び第2放電維持電極40、42に各々備わった第1及び第2溝48、50は、第1隔壁80の近くに位置する。このような第1溝48に第7抵抗体が第1放電維持電極40と一体に備わっており、第2溝50に第8抵抗体が第2放電維持電極42と一体に備わっている。第7及び第8抵抗体は、各々第1及び第2抵抗体と同じである。したがって、第7抵抗体の本体68a及び終端部68bは、各々第1抵抗体の本体52a及び終端部52bに対応し、第8抵抗体の本体70a及び終端部70bは、各々第2抵抗体の本体54a及び終端部54bに対応する。

【0077】

図8を参照すれば、本発明の第5実施例によるPDPに備わった第1及び第2電極40、42は、第4実施例と同様に第1隔壁80の近くに第1及び第2溝48、50を備える。第1及び第2溝48、50に各々第9及び第10低抗体76、78が形成されている。第9及び第10低抗体76、78は、第2実施例で説明した第3及び第4抵抗体と同じである。その以外の他の事項は、第4実施例と同じである。

【0078】

図9は、本発明の第6実施例によるPDPに備わった第3及び第4放電維持電極90, 92を示す。これを参照すれば、第3及び第4放電維持電極90, 92は、前述した第1及び第2放電維持電極40, 42と形態が異なることが分かる。

【0079】

具体的に、第3放電維持電極90は、本体90aと突出部90bとで構成された逆T字形(⊥)である。本体90aは、第1及び第2隔壁80, 82間で所定の幅W1を有するが、本体90aと第1及び第2隔壁80, 82間に抵抗体が形成されるのに十分な空間が存在する。突出部90bは、第4放電維持電極92と対向する本体90aの終端部で第1バス電極44と平行に両側に突出したものである。突出部90bは、第1及び第2隔壁80, 82と所定の間隔W2を維持するが、この間隔W2は、本体90aと第1及び第2隔壁80, 82間の間隔W3より狭い。第3放電維持電極90の対向側に第4放電維持電極92が備わっている。第3及び第4放電維持電極90, 92間に所定のギャップg2が存在する。このような第4放電維持電極92は、本体92aと突出部92bとで構成されたT字形(T)として、第3放電維持電極90と上下対称とされる。したがって、第4放電維持電極92の本体92aの幅は、第3放電維持電極90の幅W1と同じであり、第4放電維持電極92の本体92aと第1及び第2隔壁80, 82間の間隔は、第3放電維持電極90の本体90aと第1及び第2隔壁80, 82間の間隔W3と同じになる。また、第4放電維持電極92の突出部92bと第1及び第2隔壁80, 82間の間隔は、第3放電維持電極90の突出部90bと第1及び第2隔壁80, 82間の間隔W2と同じになる。第3放電維持電極90と第1隔壁80間に第3放電維持電極90と一体になった第11抵抗体94が備わっている。第11抵抗体94は、本体94aと終端部94bとで構成される。また、第4放電維持電極92と第1隔壁80間に第4放電維持電極92と一体になった本体96aと終端部96bとで構成される第12抵抗体96が備わっている。第11抵抗体94は、第3放電維持電極90と第2隔壁82間に備えられる。また、第12抵抗体96も、第4放電維持電極92と第2隔壁82間に備えられる。第11抵抗体94の本体94aは、第3放電維持電極90の本体90aと第1隔壁80間の空間に備わっており、第11抵抗体94の終端部94bは、このような本体94aが延びたものであって、第3放電維持電極90の突出部90bと第1隔壁80間を通じて第3及び第4放電維持電極90a, 90b, 92a, 92b間に拡張されている。終端部94bは、第3放電維持電極90の突出部90bと平行する。第12抵抗体96は、第11抵抗体94と上下対称である。したがって、第12抵抗体96の終端部96bは、第3及び第4放電維持電極90, 92間で第11抵抗体94の終端部94bと平行する。これにより、第11抵抗体94の終端部94bと第12抵抗体96の終端部96b間のギャップg4は、第3放電維持電極90と第4放電維持電極92間のギャップg2より狭い。

【0080】

図10を参照すれば、本発明の第7実施例によるPDPに備わった放電維持電極は、主電極として第3及び第4放電維持電極90, 92を備え、放電開始に使われる補助電極として第13抵抗体100と第14抵抗体102とを備える。第13抵抗体100は、第1隔壁80と第3放電維持電極90間に第3放電維持電極90と一体化した状態に備わっている。第13抵抗体100は、本体100aと終端部100bとで構成される。第14抵抗体102は、本体102aと終端部102bとで構成され、第2隔壁82と第4放電維持電極92間に第4放電維持電極92と一体化した状態に備わっている。本体100aは、第3放電維持電極90と平行した状態でジグザグあるいは凹凸をなす。このような本体100aの一端は、第3放電維持電極90に連結されており、他端は第3放電維持電極90の突出部90bと第1隔壁80間を通じて第3及び第4放電維持電極90, 92間に延びて終端部100bを形成する。第13抵抗体100の終端部100bは、第3放電維持電極90の第4放電維持電極92と対向する面と平行し、その長さは前記対向する面の幅と同じものが望ましい。第14抵抗体102も、本体102aとこれが第2隔壁82と第4放電維持電極92の突出部92b間を通じて第3及び第4放電維持電極90, 92間に延びた部分の終端部102bとで構成される。第14抵抗体102は、第4放電維持電極

92と第1隔壁80間に備わることもある。第14抵抗体102の本体102aは、第13抵抗体100の本体100aと同じ形状であることが望ましいが、他の形状でありうる。第14抵抗体102の終端部102bは、第13抵抗体100の終端部100bと平行する。第14抵抗体102の終端部102bと第13抵抗体100の終端部100bとは、全て第3及び第4放電維持電極90、92間に存在するため、2つの終端部100b、102b間のギャップg5は、2つの放電維持電極90、92間のギャップg2より狭い。

【0081】

図11を参照すれば、本発明の第8実施例によるPDPに備わった放電維持電極は、第15及び第16低抗体114、116が中央に備わっており、第5及び第6放電維持電極110、112がこれらを覆い包む形態である。

【0082】

具体的に、第5及び第6放電維持電極110、112の中心に各々第3及び第4溝110a、112aが形成されている。第3及び第4溝110a、112aの入口110b、112bは、溝の内側より狭い。このような第3及び第4溝110a、112aに各々第15及び第16低抗体114、116が存在する。これら低抗体114、116は、本体114a、116aとこれらが第3及び第4溝110a、112aの外側に延びた部分である終端部114b、116bとで構成される。終端部114b、116bは、第5及び第6放電維持電極110、112間で互いに平行するだけでなく、第5及び第6放電維持電極110、112とも平行する。このような終端部114b、116bは、第1及び第2放電維持電極40、42と同じギャップg2に離隔された第5及び第6放電維持電極110、112間に存在するので、終端部114b、116b間のギャップg6は、第5及び第6放電維持電極110、112間のギャップg2より狭い。

【0083】

図12を参照すれば、本発明の第9実施例によるPDPは、主電極として使われるが、所定間隔に並んで配列された第7及び第8放電維持電極150、152を備える。第7放電維持電極150に第1バス電極44が備わっており、第8放電維持電極152に第2バス電極46が備わっている。また、第7放電維持電極150に補助電極として使われる第17抵抗体154が複数備わっており、第8放電維持電極152に補助電極として使われる第18抵抗体156が第17抵抗体154と同数に備わっている。各放電維持電極で抵抗体は、所定間隔だけ離隔されているが、その間隔は1対1に対応する第17及び第18抵抗体154、156間の間隔より非常に広い。第17及び第18抵抗体154、156間の間隔は、第7及び第8放電維持電極150、152間の間隔より狭い。第7及び第8放電維持電極150、152に各々第17及び第18抵抗体154、156が位置し、その一端が底部に連結される第5及び第6溝150a、152aが形成されている。第17及び第18抵抗体154、156は、全て所定長さの水平部と垂直部とよりなる。第17及び第18抵抗体154、156の水平部は平行する。前記第17及び第18抵抗体154、156間の間隔は、各抵抗体の水平部間の間隔を意味する。各抵抗体の垂直部の一端は、前記水平部の中央に連結され、他端は当該抵抗体が位置する溝の底部に連結されている。第17及び第18低抗体154、156の前記水平部は、第7及び第8放電維持電極150、152の終端部から所定厚さだけ突出している。第5及び第6溝150a、152aの内壁に段差が存在する。前記段差は、第5及び第6溝150a、152aの幅が内側より入口で広いことである。第5及び第6溝150a、152aの幅が内側より入口が広いことは、第17及び第18低抗体154、156の水平部の長さが内側で測定された第5及び第6溝150a、152aの直径より長いことである。第17及び第18抵抗体154、156の垂直部と第5及び第6溝150a、152aの内壁とは、離隔されている。前述した特徴を有する第17及び第18低抗体154、156は、第7及び第8放電維持電極150、152の第1ないし第3隔壁80、82、84と対向する位置に形成されている。すなわち、第17及び第18低抗体154、156は、第1ないし第3隔壁80、82、84のすぐ上側に形成されている。

【0084】

前述した実施例で、主電極と補助電極間の間隔は、 $15\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0085】

これまで前述した本発明の実施例による色々な放電維持電極は、形態は少しずつ異なるが、全て図13に示されたような等価回路と表現できる。図12で、第1抵抗 R_1 は、前述した色々な抵抗体の抵抗を表し、第2抵抗 R_2 は、前記第1ないし第6放電維持電極の抵抗を表す。そして、 I_t は放電開始電圧 V_s が印加されるにつれて抵抗体を含む放電維持電極に供給される総電流を表す。また、 I_1 及び I_2 は、各々前記総電流 I_t のうち第1及び第2抵抗 R_1 、 R_2 を通過して流れる電流を表す。

10

【0086】

図4に示した本発明の第1実施例によるPDPに備わった放電維持電極を例に挙げれば、図12に示した等価回路での第1抵抗 R_1 は、第1抵抗体または第2抵抗体の抵抗を表す。そして、第2抵抗 R_2 は、第1放電維持電極40または第2放電維持電極42の抵抗を表す。

【0087】

一方、図12に示した等価回路で、第1及び第2抵抗 R_1 、 R_2 に流れる電流 I_1 、 I_2 は、各々次の数式6及び7のように表現される。

【0088】

【数6】

20

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_t$$

【0089】

【数7】

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_t$$

30

【0090】

したがって、第1及び第2抵抗 R_1 、 R_2 に対する適切な値が与えられる場合、数式6及び7を利用して第1及び第2抵抗 R_1 、 R_2 に流れる電流 I_1 、 I_2 を求められる。

【0091】

例えば、第1抵抗 R_1 が $1\text{k}\Omega$ であり、第2抵抗 R_2 が 30Ω である場合、第1抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 は、数式6によって $[30 / (1000 + 30)] I_t$ となる。そして、第2抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 は、数式7によって $[1000 / (1000 + 30)] I_t$ となる。結局、第1及び第2抵抗 R_1 、 R_2 に流れる電流 I_1 、 I_2 の比 $I_1 : I_2$ は $3 : 100$ となり、これを通じて相対的に抵抗値が大きい第1抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 が第2抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 より非常に小さいということが分かる。

40

【0092】

このような結果は、本発明にそのまま適用される。すなわち、前記色々な抵抗体の抵抗は、前記第1ないし第8放電維持電極の抵抗に比べて非常に大きいため、前記色々な低抗体に流れる電流は、第1ないし第8放電維持電極に流れる電流より非常に小さい。

【0093】

したがって、前記色々な低抗体を利用して低い電圧で放電が開始された後、低抗体を通じた電流の流れは非常に制限され、ほとんどの電流は、低抗体より相対的に抵抗が小さい放電維持電極を通じて流れる。

【0094】

これまでは前記第1ないし第8放電維持電極各々に低抗体が備わったものを説明したが 50

、前記第1ないし第8放電維持電極と前記色々な抵抗体の役割を考慮する時、前記第1ないし第8放電維持電極は、第1ないし第6主電極と、第1ないし第18抵抗体は第1ないし第18補助電極と見なしてもよい。この場合、本発明の実施例による放電維持電極は、主電極と補助電極とで構成される。

【0095】

次いで、本発明の第10実施例によるPDPを説明する。本発明の第10実施例によるPDPは、前述した第1ないし第9実施例によるPDPの上板にディッチを形成したことに特徴がある。

【0096】

具体的に、図14を参照すれば、前面ガラス基板10上に所定間隔に離隔された第9及び第10放電維持電極160、162が並んで形成されている。第9及び第10放電維持電極160、162は、主電極であって、前述した第1ないし第9実施例のPDPに含まれた放電維持電極と同等である。第9放電維持電極160上に第3バス電極164が形成されており、第10放電維持電極162上に第4バス電極166が形成されている。第3及び第4バス電極164、166は、各々第1及び第2バス電極44、46と形成された位置及び役割が同等である。160a及び162aは、補助電極であって、各々第9放電維持電極160に備わった第19抵抗体と第10放電維持電極162に備わった第20抵抗体とを示す。第19及び第20抵抗体160a、162aは、前述した本発明の実施例によるPDP各々に備わった2つの抵抗体と同等なものである。便宜上、第19及び第20抵抗体160a、162aの具体的な形態は示さなかった。

【0097】

次いで、前面ガラス基板10上に第9及び第10放電維持電極160、162、第3及び第4バス電極164、166、第19及び第20抵抗体160a、162aを覆う所定厚さの誘電膜168が形成されている。誘電膜168は、入射光に対して透明なことが望ましい。誘電膜168に所定深さを有する第1グループGR1が形成されている。第1グループGR1は、第19及び第20抵抗体160a、162aのすぐ上側に形成されたことが望ましい。この時、第19及び第20抵抗体160a、162aが露出されていない範囲で第1グループGR1は可能な限り深く形成されることが望ましい。すなわち、第1グループGR1の底部と第19及び第20抵抗体160a、162a間の間隔dsは可能な限り狭いことが望ましい。

【0098】

このように、誘電膜168に第1グループGR1が形成された場合、第1グループGR1に放電ガスが存在できる。したがって、放電ガスと放電維持電極及び抵抗体間の間隔が狭くなって放電電圧は誘電膜168に第1グループGR1が形成されていない時よりさらに減少する。言い換えれば、誘電膜168で第1グループGR1が形成された部分には誘電膜168に比べて誘電率の低いガスが存在するため、第1グループGR1での電場の強度は他の部分より大きくなる。これにより、第1グループGR1では低い放電電圧で放電が始まることもある。しかし、PDP内の圧力や放電ガスには変化がないので、発光効率は低下されない。

【0099】

第1グループGR1が形成された誘電膜168上に第1グループGR1の表面を覆う保護膜(MgO)170が形成されている。

【0100】

一方、誘電膜168は、断層に形成されることが望ましいが、複層に形成されることもある。

【0101】

例えば、透光性誘電膜168は、図15に示されたように、第1誘電膜172と第2誘電膜174とで構成できる。この時、第1及び第2誘電膜172、174は、全て透明なことが望ましい。誘電膜168が第1及び第2誘電膜172、174で構成された場合にも図15に示したように誘電膜168に第2グループGR2が形成されうる。この時、第

2グループGR2は、第1グループGR1と同じ位置に形成されることが望ましい。また、第2グループGR2は、第2誘電膜174を貫通して第1誘電膜172が露出されるように形成されることが望ましい。また、第1誘電膜172の露出された部分は、第19及び第20抵抗体160a、162aが露出されていない範囲で可能な限り薄いことが望ましい。第2誘電膜174上に第2グループGR2の表面を覆う保護膜170が形成されている。保護膜170は、マグネシウム酸化膜が望ましいが、同等な役割をする他の物質膜でありうる。

【0102】

本発明者は、本発明によるPDPの特性が従来技術によるPDPの特性より優れるということを検証するための実験を実施し、その結果は、図16ないし図19に示した。

10

【0103】

本実験で、本発明者は、本発明によるPDPとして、図11に示した第8実施例によるPDP（以下、第1PDPという）と図12に示した第9実施例によるPDP（以下、第2PDPという）とを使用し、従来技術によるPDPとして、図1に示したPDP（以下、第3PDPという）を使用した。この時、放電ガスは、NeとXeとが混合されたガスを使用した。

【0104】

前記第1及び第3PDPと前記第2及び第3PDPの特性を比較するために、本発明者は、前記第1ないし第3PDPに対する放電維持電圧－効率特性（以下、第1特性という）と放電維持電圧－輝度特性（以下、第2特性という）とを測定した。

20

【0105】

図16は、前記第1及び第3PDPに対する前記第1特性の測定結果を示す。そして、図17は、前記第1及び第3PDPに対する前記第2特性の測定結果を示す。

【0106】

図16で、“▲”及び“◆”は、各々PDP内の放電ガスのXe比率が12%と10%とである時の前記第1PDPに対する前記第1特性を示し、“■”は、前記放電ガスのXe比率が10%である前記第3PDPに対する前記第1特性を示す。

【0107】

図17で、“▲”及び“◆”は、各々放電ガスのXe比率が12%と10%とである時の前記第1PDPに対する前記第2特性を示し、“■”は、前記放電ガスのXe比率が10%である前記第3PDPに対する前記第2特性を示す。

30

【0108】

まず、図16を参照すれば、前記第3PDPの放電開始電圧は195Vであったが、Xeガス比率が10%程度の前記第1PDPの放電開始電圧は175Vであって、第3PDPより放電開始電圧が10%以上低くなることが分かる。

【0109】

一方、さらに安定した放電状態で前記第1及び第3PDPに対する前記第1特性を測定するために、前記第3PDPの放電維持電圧を放電開始電圧より10V程度さらに高い205Vに維持しつつ前記第3PDPに対する効率（lm/W）を測定し、前記第1PDPについてはXeガスの比率を12%程度に上げた状態で202.5Vの放電維持電圧で効率を測定した。測定結果、前記第3PDPの効率は1.2101lm/Wである反面、Xeガス比率が12%である前記第1PDPの効率は1.7221lm/Wであった。すなわち、前記第1PDPの効率は、前記第3PDPより42%程度高かった。

40

【0110】

図17を参照すれば、前記第1及び第2PDPに対する前記第2特性（輝度特性）の場合、前記第1PDPのXeガス比率を12%にした時、前記第1及び第3PDP間の前記第2特性は大きい差がなかったが、前記第1PDPのXeガス比率を10%にした時、前記第1PDPの輝度特性は前記第3PDPより低かった。

【0111】

図16及び図17を共に考慮すれば、前記第1PDPの前記第2特性は、前記第3PDP

50

Pと同等に維持しつつ前記第1特性は前記第3PDPより高められることが分かる。

【0112】

次いで、前記第2PDPの特性と前記第3PDPの特性とに対する測定実験の結果を説明する。前記測定実験で、前記第2及び第3PDPの内部条件、例えば、放電ガスの種類、放電ガスの混合比率、内部圧力、デューティ率、蛍光膜の種類を同等にした。

【0113】

図18及び図19は、前記測定実験に対する結果を示す。

【0114】

図18は、前記第2及び第3PDPの前記第1特性に対する測定結果を示し、図19は、前記第2特性に対する測定結果を示す。

10

【0115】

図18で、“▲”及び“◆”は、各々前記第2PDPに対する前記第1特性の測定結果と前記第3PDPに対する前記第1特性の測定結果とを示す。そして、図19で、“▲”及び“◆”は、各々前記第2PDPに対する前記第2特性の測定結果と前記第3PDPに対する前記第2特性の測定結果とを示す。

【0116】

まず、図18を参照すれば、前記第2PDPの場合、放電開始電圧が205V程度である一方、前記第3PDPの場合、218Vであって前記第2PDPより高かった。放電が開始された後、第2及び第3PDPの発光効率は大きく差がなかった。しかし、最大発光効率は、前記第2PDPが高く、最大発光効率が表れる放電維持電圧も前記第2PDPが低かった。

20

【0117】

図19を参照すれば、可視聴領域の輝度が初めて表れる放電開始電圧は、前記第2PDPが前記第3PDPより非常に低かった。前記第2及び第3PDPの輝度を比較すれば、前記第3PDPが前記第2PDPより明るいということが分かる。しかし、前記第2PDPの輝度値を考慮する時、前記第2PDPの輝度は使用者に十分に明るい映像を提供できる輝度であるということが分かる。

【0118】

このように、前記第2及び第3PDPの前記第2特性を総合的に考慮する時、前記第2PDPの前記第2特性が前記第3PDPの前記第2特性より優れるということが分かる。

30

【0119】

次いで、上板誘電膜にディッチが形成された本発明の第10実施例によるPDPと前記第3PDPの消費電力について説明する。

【0120】

図20Aは、これに使われた前記第3PDPの断面を示し、図21Aは、本発明の第10実施例によるPDPに相応するPDP（以下、第4PDPという）の断面を示す。

【0121】

図21Aで、E1とE2とは、各々前面ガラス基板10の背面ガラス基板12と対向する面に形成された第1及び第2電極を表す。第1及び第2電極E1、E2は、前述した本発明の第1ないし第10実施例による主電極及び補助電極で構成された電極である。180は、第1及び第2電極E1、E2を覆い、所定深さの第1グループGR1または第2グループGR2を有する誘電膜を表す。182は、誘電膜180の前面を覆う保護膜を表す。

40

【0122】

図20A及び図21Aを参照すれば、前記第3PDPの第1及び第2放電維持電極14a、14bと前記第4PDPの第1及び第2電極E1、E2間に誘電層が存在する。したがって、前記第3及び第4PDPの上板に寄生キャパシタが存在するが、前記第3PDPの上板構成と前記第4PDPの上板構成とが異なるため、前記第3PDPの上板の寄生キャパシタの分布と前記第4PDPの上板の寄生キャパシタの分布とは異なる。これにより、前記第3PDPの変位電流と前記第4PDPの変位電流とは異なり、その結果、第3及

50

び第4 PDPの消費電力は異なる。

【0123】

具体的に、図20B及び図20Cは、各々放電開始前と後とに前記第3 PDPの上板に存在する寄生キャパシタの分布を示す等価回路を表す。ここで、 C_p は第1及び第2放電維持電極14a, 14bとその間に存在する誘電膜18とで構成されるキャパシタのキャパシタンス（以下、第1キャパシタンスという）を表す。そして、 C_d は、第1及び第2放電維持電極14a, 14bと保護膜20とこれら間に存在する誘電膜18で構成されるキャパシタのキャパシタンス（以下、第2キャパシタンスという）を表す。また、 C_g は、第1及び第2放電維持電極14a, 14bとこれら間に存在する誘電膜18及び放電領域のガスで構成されるキャパシタのキャパシタンス（以下、第3キャパシタンスという）を表す。 10

【0124】

図20Bを参照すれば、放電開始前に第1ないし第3キャパシタンス C_p , C_d , C_g が全て存在することが分かる。しかし、放電が開始されつつ放電領域に存在するガスは導電性を有して前記放電領域にはガス上の誘電層が消える。これにより、放電が開始されつつ図20Cに示したように第3キャパシタンス C_g は消える。第1及び第2キャパシタンス C_p , C_d は、放電前後にも変化がない。

【0125】

次いで、図21B及び図21Cは、各々放電開始前と後とに前記第4 PDP上板に表れる寄生キャパシタの分布を示す。ここで、 C_{ps} は第1及び第2電極E1, E2、保護膜182の第1グループGR1または第2グループGR2の側壁に形成された部分、第1及び第2電極E1, E2と前記保護膜182の前記側壁に形成された部分間に形成された誘電膜180で構成されるキャパシタのキャパシタンス（以下、第4キャパシタンスという）を表す。そして、 C_{po} は、保護膜182に形成されたディッチ、すなわち、第1グループGR1または第2グループGR2の側壁に形成された部分とこれら部分間に存在する放電ガスで構成されるキャパシタのキャパシタンス（以下、第5キャパシタンスという）を表す。第4キャパシタンス C_{ps} は、第1または第2グループGR1, GR2を中心に両側に一つずつ、全部二つが存在する。 20

【0126】

放電開始前に前記第4 PDPの上板には図21Bに示したように、第2ないし第5キャパシタンスと関連したキャパシタが全て存在する。そして、放電開始後には第1グループGR1または第2グループGR2に存在する放電ガスが導電性を有して第1グループGR1または第2グループGR2からガス上の誘電層は消える。結局、放電開始後に前記第4 PDPの上板から第5キャパシタンス C_{po} は消える。 30

【0127】

一方、図20Bと図21Bとを比較すると、放電開始前に前記第3 PDPの第1キャパシタンス C_p は、前記第4 PDPの直列に連結された第4及び第5キャパシタンス C_{ps} , C_{po} に対応することが分かる。したがって、前記第4 PDPの第4及び第5キャパシタンス C_{ps} , C_{po} の和は、数式8に示したように前記第3 PDPの第1キャパシタンス C_p より小さい。 40

【0128】

【数8】

$$C_p > \frac{C_{po} + C_{ps}}{C_{po} \times C_{ps}}$$

【0129】

変位電流は、キャパシタンスと比例関係にある。したがって、放電開始前に前記第4 PDPの第1及び第2電極E1, E2間に表れる変位電流は、前記第3 PDPの第1及び第2放電維持電極14a, 14b間に表れる変位電流より小さくなる。 50

【0130】

変位電流 $f C V$ に比例する消費電力 W は、数式 9 と表現される。

【0131】

【数 9】

$$W = f C V^2$$

【0132】

数 9 で、 f は交流電圧周波数、 C はキャパシタンス、 V は電極に印加される交流電圧を表す。

【0133】

前記のように、放電開始前、前記第 4 PDP に寄生するキャパシタのキャパシタンスあるいは変位電流 $f C V$ は、前記第 3 PDP に寄生するキャパシタのキャパシタンスあるいは変位電流より小さい。したがって、数式 9 から前記第 4 PDP の消費電力が前記第 3 PDP より小さくなることが分かる。

【0134】

次いで、本発明者は、放電維持電極に補助電極として抵抗体を備えた時とそうでない時との放電開始電圧の変化を説明するために第 1 シミュレーションを実施した。また、本発明者は、上板誘電膜に形成されたディッチと放電開始電圧との相関関係を説明するために第 2 シミュレーションを実施した。

【0135】

前記第 1 シミュレーションで、本発明者は従来技術による PDP として図 22 に示した第 1 シミュレーション PDP を使用した。そして、放電維持電極に前述した抵抗体を備える本発明の PDP として図 23 に示した第 2 シミュレーション PDP を使用した。

【0136】

図 22 で、194 及び 196 は、第 1 間隔 D1 で離隔された放電維持電極を示し、190 は、一面にこのような放電維持電極 194、196 が形成された上板誘電膜を示す。前記一面と対向する上板誘電膜 190 の他面に保護膜 198 が形成されている。保護膜 198 から PDP の放電空間に対応する距離だけ離隔された位置に下板誘電膜 192 が形成されている。下板誘電膜 192 の保護膜 198 と対向する面は、蛍光膜 200 で覆われている。

【0137】

図 23 に示した前記第 2 シミュレーション PDP は、図 22 に示した前記第 1 シミュレーション PDP と同じ構成を有する。前記第 1 及び第 2 シミュレーション PDP の唯一の差異点は、前記第 2 シミュレーション PDP の放電維持電極 200、202 が前記第 1 シミュレーション PDP の放電維持電極 194、196 が離隔された第 1 間隔 D1 より狭い第 2 間隔 D2 に離隔されているということである。第 2 間隔 D2 は、前述した本発明の実施例による第 1 ないし第 10 実施例による PDP の相異なる放電維持電極に備わった低抗体間の間隔に対応する。

【0138】

本第 1 シミュレーションで、本発明者は、図 22 及び図 23 に示した前記第 1 及び第 2 シミュレーション PDP の上板及び下板誘電膜 190、192 の厚さを $30 \mu\text{m}$ とし、誘電率が 12 である誘電物質を使用した。そして、放電維持電極 194、196、200、202 の幅は、 $320 \mu\text{m}$ とした。また、第 1 間隔 D1 は、 $80 \mu\text{m}$ とし、第 2 間隔 D2 は $20 \mu\text{m}$ とした。また、各放電維持電極 194、196、200、202 に印加される電圧のパルス幅は、 $5 \mu\text{s}$ とした。また、本発明者は、前記第 1 及び第 2 シミュレーション PDP の放電ガスとして Ne-Xe 混合ガスを使用したが、シミュレーション過程で Xe の比率を各々 5%、10% 及び 30% に変化させた。この時、圧力は、 505 torr に維持した。

【0139】

下記の表 1 は、前記第 1 及び第 2 シミュレーション PDP に対する放電開始電圧の測定

10

20

30

40

50

結果を表す。

【0140】

【表1】

PDP区分 \ Xe比率	5%	10%	30%
第1シミュレーションPDP	216V	237V	326V
第2シミュレーションPDP	198V	216V	284V

【0141】

表1を参照すれば、Xeの比率と関係なく前記第2シミュレーションPDPの放電開始電圧が前記第1シミュレーションPDPの放電開始電圧より低いということが分かる。

【0142】

これは、すなわち、放電維持電極に前述した本発明の抵抗体を備える場合、従来より低い電圧で放電を起こせることを意味する。このような結果はまた、前記第2シミュレーションPDPの放電開始電圧を前記第1シミュレーションPDPの放電開始電圧と同じにする場合、前記第2シミュレーションPDPのXe比率を前記第1シミュレーションPDPのXe比率より高められることを意味する。

【0143】

Xe比率が高い場合、発光効率が向上する。したがって、放電開始電圧が同じ場合、前記第2シミュレーションPDPの発光効率は、前記第1シミュレーションPDPより向上する。

【0144】

次いで、前記第2シミュレーションについて説明する。

【0145】

前記第2シミュレーションで、本発明者は、従来技術に対応するPDPとして図24に示した第3シミュレーションPDPを使用した。そして、放電維持電極に前述した抵抗体を備え、このような放電維持電極を覆った誘電膜にディッチが形成された本発明のPDPとして図25に示した第4シミュレーションPDPを使用した。図24及び図25で、前記第1シミュレーションに使われた部材と同じ部材については同じ参照番号を使用した。

【0146】

前記第3シミュレーションPDPは、図24に示されたように、前記第1シミュレーションPDPと同じものである。したがって、ここで前記第3シミュレーションPDPについての説明は省略する。

【0147】

図25に示した前記第4シミュレーションPDPは、上板誘電膜190の一面に2つの放電維持電極204、206を備える。前記2つの放電維持電極204、206は、第2間隔D2（図23参照）に離隔されている。上板誘電膜190の2つの放電維持電極204、206間にディッチあるいはグループ208が形成されている。上板誘電膜190の前記一面と対向する面にグループ208の前面を覆う保護膜198が形成されている。前記第4シミュレーションPDPの残りの部分は、前記第2シミュレーションPDPと同じである。

【0148】

本第2シミュレーションで、本発明者は、前記第3及び第4シミュレーションPDPでそれぞれの上板及び下板誘電膜190、192の厚さ、誘電物質、放電維持電極194、196、204、206の幅、各放電維持電極194、196、204、206に印加される電圧のパルス幅、放電ガスの種類、放電ガスに含まれたXeガスの比率を同じにした。また、シミュレーション過程でXeガスの比率を各々5%、10%及び30%に変化させた。この時、圧力は、505 torrに維持した。

【0149】

10

20

30

40

50

下記の表 2 は、前記第 3 及び第 4 シミュレーション PDP に対する放電開始電圧の測定結果を表す。

【0150】

【表 2】

PDP 区分 \ Xe 比率	5 %	10 %	30 %
第 3 シミュレーション PDP	216 V	237 V	326 V
第 4 シミュレーション PDP	162 V	170 V	198 V

10

【0151】

表 2 を参照すれば、前記第 4 シミュレーション PDP の放電開始電圧が前記第 3 シミュレーション PDP の放電開始電圧より非常に低いということが分かる。特に、表 1 と表 2 とを比較すると、前記第 4 シミュレーション PDP の放電開始電圧が前記第 2 シミュレーション PDP の電圧よりも非常に低いということが分かる。

【0152】

このような結果から放電維持電極に放電維持電極より間隔の狭い抵抗体を備えると同時に前記放電維持電極及び前記抵抗体を覆う誘電膜にグループ 208 を備える場合、当該 PDP の放電開始電圧は、前記抵抗体と前記グループとを備えない従来の PDP はもちろん、前記抵抗体だけを備える PDP よりも低くなるということが分かる。

20

【0153】

これにより、前記第 4 シミュレーション PDP の場合、前記第 3 シミュレーション PDP より低い電圧で放電を開始しつつ放電ガスのうち Xe ガスの比率は高められ、結果的に低い放電開始電圧でさらに高い発光効率を得られる。

【0154】

次いで、前述した本発明の実施例による PDP の製造方法、具体的には、PDP に備わる放電維持電極の製造方法について説明する。この時、前記したように、前記第 1 ないし第 8 放電維持電極は主電極と記載し、前記色々な抵抗体は補助電極と記載する。そして、前記主電極と補助電極とを全て含む場合は、放電維持電極と記載する。

【0155】

図 26 を参照すれば、まず洗浄された清潔なガラス基板を備える（200 段階）。このように備えられたガラス基板は、前面ガラス基板として使われる。次いで、前記備えられたガラス基板上に光透過率が高く、放電維持電極として使用するのに適した透明電極物質層、例えば、ITO (Indium Tin Oxide) 層を形成する（210 段階）。前記透明電極物質層をパターンニングして二重ギャップを有する放電維持電極を形成する（220 段階）。

30

【0156】

具体的に、前記放電維持電極は、図 4 ないし図 12 に示した低抗体が形成される空間を含み、前記空間に前記低抗体が形成されたものである。すなわち、前記放電維持電極は、電流のほとんどが流れる、前記空間を含む主電極（前記第 1 ないし第 8 放電維持電極のうち選択された何れか一つ）と前記空間に前記主電極と連結される補助電極（前記第 1 ないし第 20 低抗体のうち選択された何れか一つ）とを含むように形成する。前記主電極と補助電極とは、同時に形成することが望ましく、また前記主電極及び補助電極は一体化されるように形成することが望ましい。また、隣接した 2 つの主電極間のギャップをそれぞれの主電極に備わった補助電極間のギャップより大きくして、前記隣接する放電維持電極が二重ギャップを有するように形成することが望ましい。

40

【0157】

このような特徴を有する放電維持電極は、前記透明電極物質層を形成した後、その上に塗布された感光膜をパターンニングする過程に前記特徴を反映することによって得られる。すなわち、前記感光膜をパターンニングする過程に前記放電維持電極が有する特徴を反映す

50

ることによって、前記特徴を有する、すなわち前記放電維持電極と同等な形状の感光膜パターンが形成され、このような感光膜パターンをエッチングマスクとして前記透明電極物質層をエッチングすることによって前記ガラス基板上に前記特徴を有する放電維持電極が形成される。

【0158】

一方、前記放電維持電極を形成する段階（220段階）で、図4ないし図12に示した放電維持電極以外にこれらを組合わせた放電維持電極が形成されうる。例えば、2つの放電維持電極のうち、一側は、図4に示した第1放電維持電極40及び第1抵抗体を含むように形成し、他側は、図5ないし図12に示した放電維持電極のうち選択された何れか一つと前記第2ないし第18低抗体のうち選択された何れか一つとを含むように形成できる 10

【0159】

次いで、前記ガラス基板上に前述したような放電維持電極を形成した後、前記放電維持電極上にバス電極を前記放電維持電極と平行に形成する（230段階）。前記放電維持電極間にブラックストライプ（図示せず）を形成し、前記放電維持電極、バス電極及びブラックストライプを覆う誘電膜（図14の168）を形成する。誘電膜168は、図14に示したように、単一層に形成することもあり、図15に示したように第1及び第2誘電膜172、174を順次に形成して複層に形成することもある。以後、図14に示したように誘電膜168に第1グループGR1を形成するか、または図15に示したように誘電膜168に第2グループGR2を形成する。第1及び第2グループGR1、GR2は、抵抗体160a、162aが露出されていない範囲内で可能な限り深く形成することが望ましい。したがって、第2グループGR2は、第1誘電膜172が露出されるように形成することが望ましいが、第1誘電膜172側にさらに深く形成することもある。誘電膜168に形成された第1グループGR1または第2グループGR2は、一般的な写真エッチング工程で容易に形成できる。 20

【0160】

以後の工程、例えば、第1グループGR1または第2グループGR2が形成された誘電膜168上に保護膜を形成する工程、シールラインプリンティング工程、保護膜形成工程をはじめとして、背面ガラス基板パネルの形成工程と前記前面及び背面ガラス基板パネルをの封止工程、プラズマ形成用ガス注入工程及び後続パッケージ工程は、通常的な手続きによって進行する。但し、前記プラズマ形成用ガスとしては、混合ガス（Ne+Xe）を使用するが、Xeガスの比率が4～20%であることが望ましい。 30

【0161】

本発明のPDPにおいて、それぞれの放電維持電極は、放電開始後にほとんどの電流が流れる主電極と低電圧放電のためのものである高低抗の補助電極（抵抗体）とで構成される。また、前記主電極及び補助電極を覆う誘電膜の前記補助電極のすぐ上側にディッチあるいはグループが形成されている。前記補助電極間の間隔は、前記主電極間の間隔より狭い。したがって、放電開始電圧を従来より低められる。特に、放電電圧が印加されつつ前記グループに強い電場が形成され、このような電場によって前記グループに存在する放電ガスは容易に放電できる。したがって、前記補助電極と前記グループとを全て備える本発明のPDPの場合、放電開始電圧はさらに低くなる。これと共に本発明のPDPは、主電極間のギャップが従来の放電維持電極間のギャップのように広い。したがって、本発明のPDPの場合、放電開始電圧を従来のPDPに比べて少なくとも20V以上大きく低めつつ、輝度や発光効率が低下されることは防止できる。 40

【0162】

前記説明で多くの事項が具体的に記載されているが、それらは発明の範囲を限定するものではなく、望ましい実施例の例示として解釈されなければならない。例えば、当業者なら、前記と異なる形態の補助電極（抵抗体）を備えられる。例えば、放電維持電極に別途に形成された溝に補助電極を備える代わりに、図2に示したような従来の溝が形成されていない放電維持電極14a、14bに本発明の抵抗体を備えられる。すなわち、放電維持 50

電極 14 a 端に放電維持電極 14 b に向かう抵抗体を備え、放電維持電極 14 b 端に放電維持電極 14 a に向かう抵抗体を備えられる。この時、前記各抵抗体は、互いに対向するように備えても、交互するように備えてもよい。また、一側の放電維持電極には前述したように溝なしに抵抗体を備え、これに対向する放電維持電極には溝を形成し、前記溝に抵抗体を備えることもある。また、グループを一つの抵抗体のすぐ上だけに形成することもある。このように本発明は、多様に変形できるため、本発明の範囲は説明された実施例によって決定されず、特許請求の範囲に記載された技術的思想により決定されなければならない。

【産業上の利用可能性】

【0163】

本発明はTV、コンピュータモニター、各種の個人携帯端末機の表示窓のように各種情報が表示される表示装置として利用されうる。

【図面の簡単な説明】

【0164】

【図1】従来技術によるプラズマディスプレイパネルの斜視図である。

【図2】図1に示されたプラズマディスプレイパネルを構成する要素の一つである放電維持電極及びバス電極の斜視図である。

【図3】プラズマディスプレイパネルで放電維持電極間の間隔とプラズマ形成に使われる気体の圧力とによる放電電圧変化を示すパッシェンカーブである。

【図4】本発明の第1実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す斜視図である。

【図5】本発明の第2実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図6】本発明の第3実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図7】本発明の第4実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図8】本発明の第5実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図9】本発明の第6実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図10】本発明の第7実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図11】本発明の第8実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図12】本発明の第9実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極とこのような放電維持電極上に形成されたバス電極とを示す平面図である。

【図13】本発明の実施例によるプラズマディスプレイパネルに備わった二重ギャップを有する放電維持電極の等価回路を示す回路図である。

【図14】本発明の第10実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電維持電極及びバス電極を含む上板の特徴部を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図15】本発明の第10実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電維持電極及びバス電極を含む上板の特徴部を示す断面図である。

【図16】従来技術及び本発明の実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電維持電圧-効率特性を比較するための実験結果を示すグラフである。

【図17】従来技術及び本発明の実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電維持電圧-輝度特性を比較するための実験結果を示すグラフである。

【図18】従来技術及び本発明の第9実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電維持電圧-効率特性を比較するための実験結果を示すグラフである。

【図19】従来技術及び本発明の第9実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電維持電圧-輝度特性を比較するための実験結果を示すグラフである。

10

【図20】Aは、図1に示した従来技術によるプラズマディスプレイパネルの断面図であり、Bは、Aに示したプラズマディスプレイパネルの放電前のキャパシタンス分布を示す等価回路であり、Cは、Aに示したプラズマディスプレイパネルの放電開始後のキャパシタンス分布を示す等価回路である。

【図21】Aは、本発明の第10実施例によるプラズマディスプレイパネルの放電前後のキャパシタンス分布を説明するのに使われた断面図であり、Bは、Aに示したプラズマディスプレイパネルの放電前のキャパシタンス分布を示す等価回路であり、Cは、Aに示したプラズマディスプレイパネルの放電開始後のキャパシタンス分布を示す等価回路である。

【図22】放電維持電極の間隔が放電電圧に及ぼす影響を調べるためのシミュレーションに使われた第1及び第2シミュレーションプラズマディスプレイパネルの断面図である。

20

【図23】放電維持電極の間隔が放電電圧に及ぼす影響を調べるためのシミュレーションに使われた第1及び第2シミュレーションプラズマディスプレイパネルの断面図である。

【図24】従来技術及び本発明の第10実施例によるプラズマディスプレイパネルのシミュレーションに使われた第3及び第4シミュレーションプラズマディスプレイパネルの断面図である。

【図25】従来技術及び本発明の第10実施例によるプラズマディスプレイパネルのシミュレーションに使われた第3及び第4シミュレーションプラズマディスプレイパネルの断面図である。

【図26】図4に示したプラズマディスプレイパネルの放電維持電極の製造方法の主要段階を示すブロック図である。

30

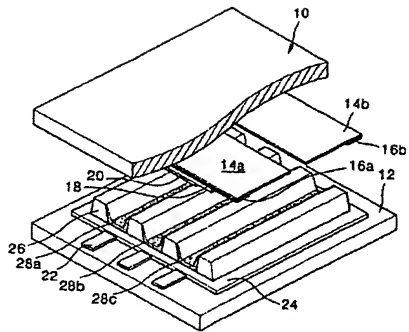
【符号の説明】

【0165】

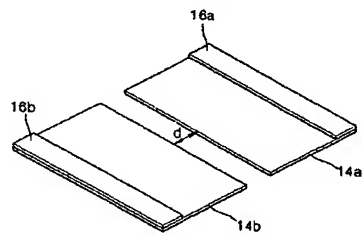
40 第1放電維持電極
 42 第2放電維持電極
 44 第1バス電極
 46 第2バス電極
 48 第1溝
 50 第2溝
 52a, 54a 本体
 52b, 54b 終端部
 g2, g3 ギャップ

40

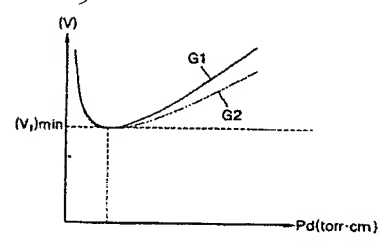
【図 1】



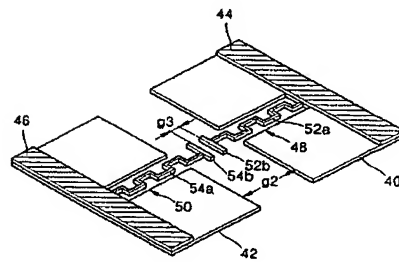
【図 2】



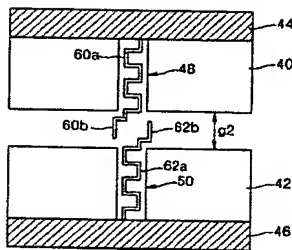
【図 3】



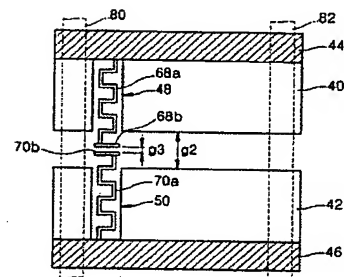
【図 4】



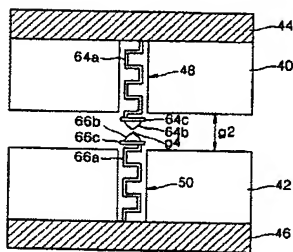
【図 5】



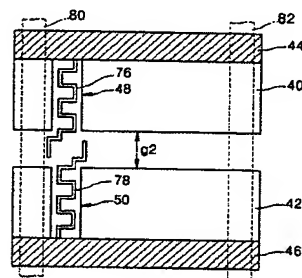
【図 7】



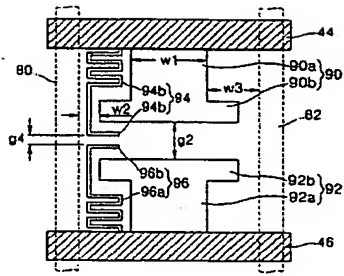
【図 6】



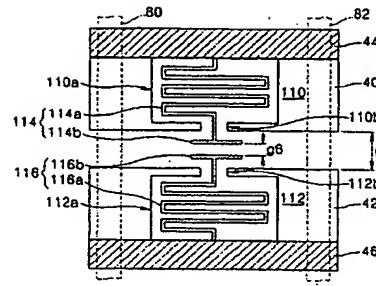
【図 8】



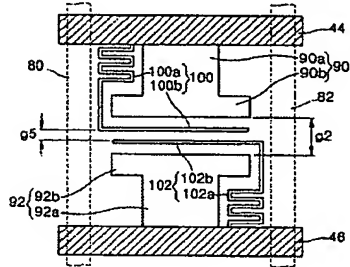
【図 9】



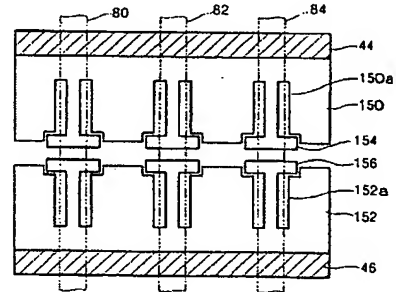
【図 11】



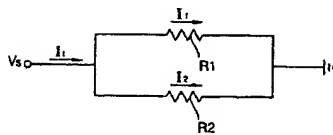
【図 10】



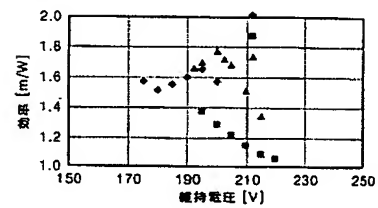
【図 12】



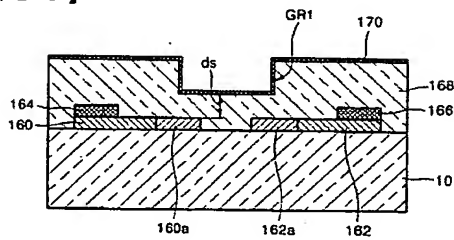
【図 13】



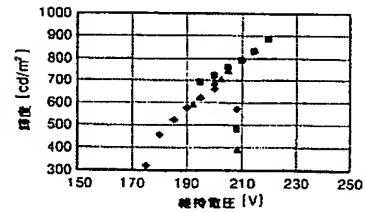
【図 16】



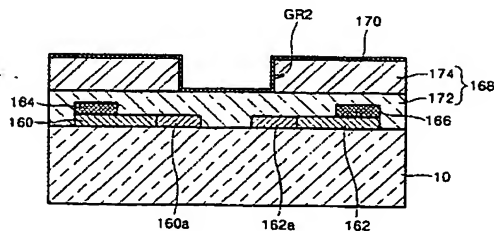
【図 14】



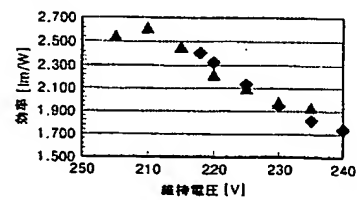
【図 17】



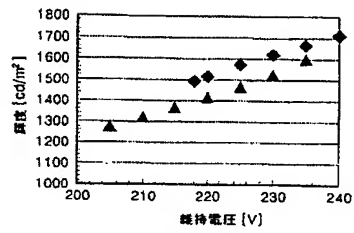
【図 15】



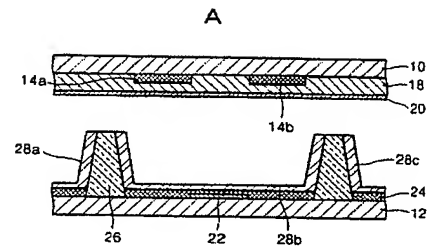
【図 18】



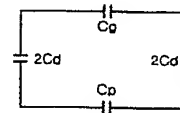
【図 19】



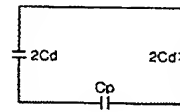
【図 20】



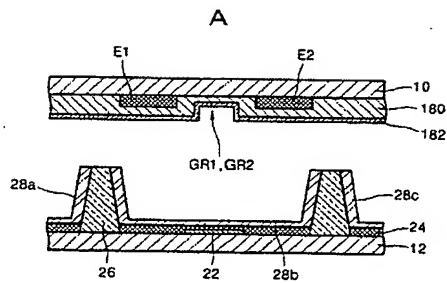
B



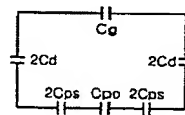
C



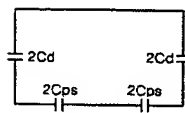
【図 21】



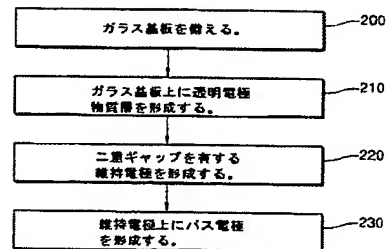
B



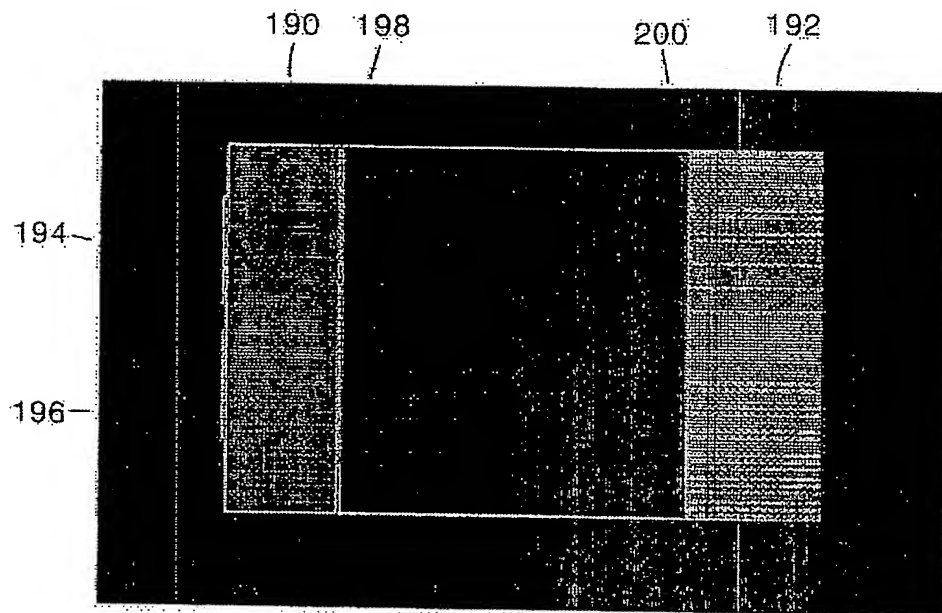
C



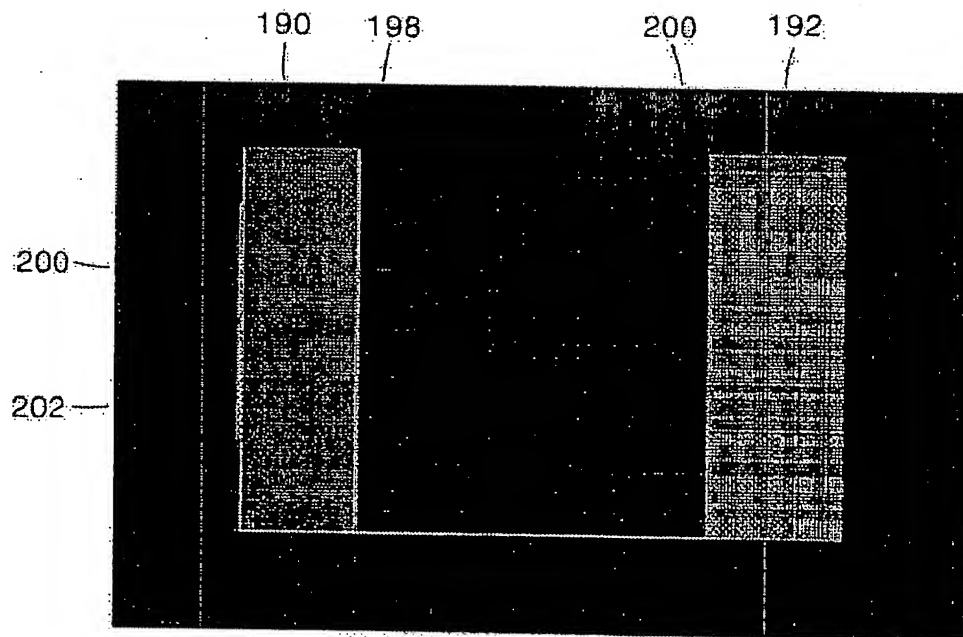
【図 26】



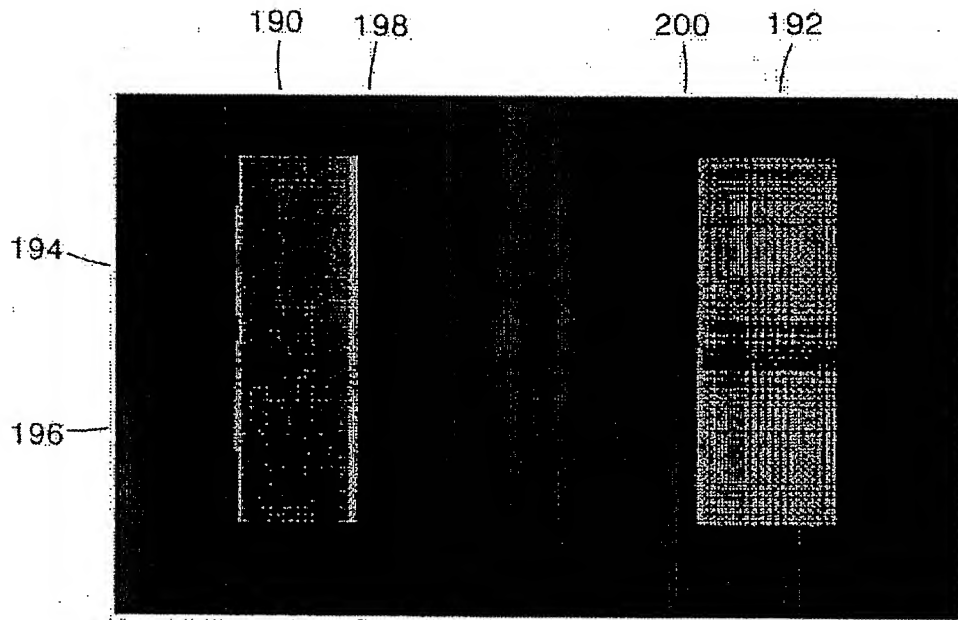
【図 2 2】



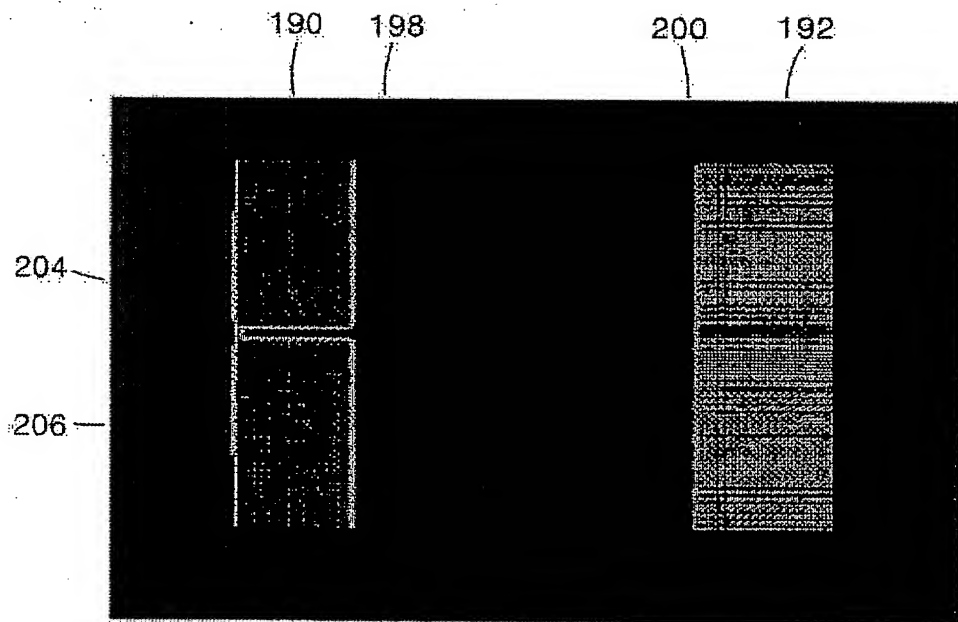
【図 2 3】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

- (74)代理人 100124615 弁理士 藤井 敏史
- (72)発明者 孫 承 賢
大韓民国京畿道華城郡台安邑餅店里201-2番地 新美州アパート105棟1006号
- (72)発明者 金 永 模
大韓民国京畿道水原市靈通区靈通洞963-2番地 双龍アパート248棟1203号
- (72)発明者 畑中 秀和
大韓民国京畿道城南市盆唐区九美洞63番地 カチマウルロッテ鮮京アパート410棟1504号
- (72)発明者 バッシリ レニアチン
大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞810-3番地 三星1次アパート2棟608号
- (72)発明者 ニコライ シャバッコビスキー
大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞810-2番地 東南アパート2棟1015号
- (72)発明者 蔵 尚 勳
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 宋 美 貞
大韓民国京畿道水原市靈通区靈通洞1048-2番地 清明住公アパート411棟1703号
- (72)発明者 金 孝 俊
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 金 起 永
大韓民国忠清北道忠州市安林洞4統2班233番地
- (72)発明者 朴 亨 彬
大韓民国京畿道城南市盆唐区盆唐洞38番地 セッピールマウル友邦アパート302棟1703号
- F ターム(参考) 5C040 FA01 FA04 GB03 GB14 GC02 GC05 GC06 GC11 LA18

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (ASPTO)